

CLIPPEDIMAGE= JP409291366A

PAT-NO: JP409291366A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09291366 A

TITLE: PLASMA TREATMENT AND PLASMA TREATING DEVICE

PUBN-DATE: November 11, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TOMOYASU, MASAYUKI

HIMORI, SHINJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOKYO ELECTRON LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP08130767

APPL-DATE: April 26, 1996

INT-CL (IPC): C23C016/50;C23C014/34 ;C23C016/44 ;C23F004/00
;H01L021/205
;H01L021/3065 ;H01L021/203

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain high evacuation efficiency and to secure the uniformity of plasma treatment in the plane by time-divisionally supplying a reactive gas in the plane of a body to be treated while dividing the area.

SOLUTION: This device is constituted so that a plasma producing inert gas and a reactive gas are supplied to the treating space of a treating vessel 4 from the gas injection face 34 of a shower head 30 to treat a work W with the plasma.

In this case, reactive gas injection holes 36A to 36D divided into plural groups to inject the reactive gas and inert gas injection holes 38 arranged

arranged almost over the entire gas injection face to supply the inert gas are formed on the gas injection face, reactive gas feed lines 48A to 48D capable of independently controlling the stoppage of gas supply are connected to the respective reactive gas injection holes, and a gas supply control part 60 is connected to each group of the gas feed lines for controlling the supply and stoppage to time-divisionally scan each group.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-291366

(43)Date of publication of application : 11.11.1997

(51)Int.Cl. C23C 16/50
C23C 14/34
C23C 16/44
C23F 4/00
H01L 21/205
H01L 21/3065
// H01L 21/203

(21)Application number : 08-130767

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 26.04.1996

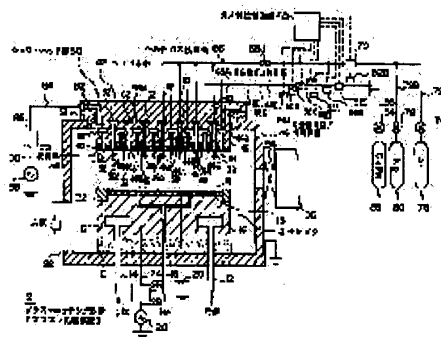
(72)Inventor : TOMOYASU MASAYUKI
HIMORI SHINJI

(54) PLASMA TREATMENT AND PLASMA TREATING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain high evacuation efficiency and to secure the uniformity of plasma treatment in the plane by time-divisionally supplying a reactive gas in the plane of a body to be treated while dividing the area.

SOLUTION: This device is constituted so that a plasma producing inert gas and a reactive gas are supplied to the treating space of a treating vessel 4 from the gas injection face 34 of a shower head 30 to treat a work W with the plasma. In this case, reactive gas injection holes 36A to 36D divided into plural groups to inject the reactive gas and inert gas injection holes 38 arranged almost over the entire gas injection face to supply the inert gas are formed on the gas injection face, reactive gas feed lines 48A to 48D capable of independently controlling the stoppage of gas supply are connected to the respective reactive gas injection holes, and a gas supply control part 60 is connected to each group of the gas feed lines for controlling the supply and stoppage to time-divisionally scan each group.



* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

 CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the plasma treatment equipment which supplies the inert gas and the reactant gas for plasma generating to the processing space in a processing container from the blow-of-gas side of the shower head section, and performs plasma treatment to a processed object the reactant blow of gas divided into two or more groups in order to spout reactant gas in the blow-of-gas side of the aforementioned shower head section -- with a hole The hole is formed. the inert gas jet arranged all over the abbreviation for the aforementioned blow-of-gas side in order to supply inert gas -- The reactant gas supply system which the supply interruption of gas can control in independent is connected to each group of a hole. the aforementioned reactant blow of gas -- Plasma treatment equipment characterized by connecting to the reactant gas supply system for every aforementioned group the gas supply control section which controls supply and a halt to scan each aforementioned group by time sharing.

[Claim 2] jet of the aforementioned reactant gas -- the plasma treatment equipment according to claim 1 characterized by arranging the hole in the shape of a concentric circle for every group in the aforementioned blow-of-gas side

[Claim 3] the aforementioned reactant blow of gas -- the plasma treatment equipment according to claim 1 characterized by arranging the hole in the shape of a straight line for every group in the aforementioned blow-of-gas side

[Claim 4] the aforementioned inert gas jet -- a hole -- the reactant blow of gas of the shape of an aforementioned concentric circle -- the plasma treatment equipment according to claim 2 characterized by being arranged by between groups [of a hole] in the shape of a concentric circle

[Claim 5] It is the plasma-treatment method about having supplied by supplying the aforementioned inert gas continuously from the whole abbreviation surface of the blow-of-gas side of the aforementioned shower head section in the plasma-treatment method of supplying the inert gas and the reactant gas for plasma generating to the processing space in a processing container from the blow-of-gas side of the shower head section, and performing plasma treatment to a processed object so that the whole surface of the aforementioned blow-of-gas side may scan, while the aforementioned reactant gas changes a jet position from the aforementioned blow-of-gas side in time sharing.

[Claim 6] the scan of the whole surface of the aforementioned blow-of-gas side -- the shape of a concentric circle -- the outside from the inside -- or the plasma treatment method according to claim 5 characterized by being carried out inside an outside

[Claim 7] It is the plasma treatment method according to claim 5 characterized by performing the scan of the whole surface of the aforementioned blow-of-gas side at random in the shape of a concentric circle.

[Claim 8] the blow of gas from which, as for the scan of the whole surface of the aforementioned blow-of-gas side, gas is blowing off -- the plasma treatment method according to claim 5 characterized by being carried out as if the straight line by the array of a hole carried out the parallel displacement

[Claim 9] the blow of gas from which, as for the scan of the whole surface of the aforementioned blow-of-gas side, gas is blowing off -- the plasma treatment method according to claim 5 that the number of

holes is characterized by being the same number in every time

[Claim 10] Plasma treatment equipment characterized by impressing a RF generator through an adjustment machine and a characteristic impedance connecting the aforementioned adjustment machine with the aforementioned RF generator with wiring of less than 50 ohms in the plasma treatment equipment which performs plasma treatment to a processed object.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] About the art and plasma treatment equipment by the plasma made to generate by the high frequency discharge, with respect to the plasma treatment method for mainly etching or deposition processing a semiconductor substrate or a LCD substrate by plasma, and its equipment, especially, homogeneity of this invention is good in the semiconductor substrate of the diameter of macrostomia, or the LCD substrate of a large area, and it performs high-speed processing.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although various kinds of plasma treatment which was made to generate plasma in a processing container and made etching processing the start to the processed object, for example, a semiconductor wafer, in this plasma atmosphere in the manufacture process of a semiconductor device conventionally is performed Diameter[of macrostomia]-izing of a processed object, such as shifting to 8 inches or a 12 inch wafer from a 6 inch wafer, in order to reduce the processing cost per area of a processed object in recent years, and large area-ization are progressing.

[0003] In order to meet this demand, the processing container set by the large-scale processed object is planned. As a generating method of plasma, an parallel monotonous method, an inductive-coupling method, etc. may be used. If an efficient consumer response method and the Helicon method are combined with a processed object and the source of plasma is enlarged, it will become easy to generate two or more modes, and they will stop being able to acquire uniform plasma easily. Moreover, there is a trouble that a magnet also becomes very large. If it is going to extend plasma by diffusion, without enlarging the source of plasma, an electron will be accelerated by part for a periphery according to magnetic field inclination, and the phenomenon in which the properties of plasma differ on the outskirts of a center will occur.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, if it is going to acquire properties, such as processing speed in the present diameter wafer of 200mm (8 inches), a selection ratio, and a processing configuration, and the same property when a processed object is enlarged for example, you have to make [many] the flow rate of process gas about by the ratio of the area of a processed object. If a vertical inter-electrode interval is made the same as the former, in connection with the area of a processed object becoming large, the aspect ratio of plasma space in every direction will become high, and the conductance of flueing will become small, the height, for example, the parallel monotonous method, of plasma space. Therefore, it becomes quite difficult to acquire the high vacuum suitable for plasma treatment, passing the process gas of the large flow rate made into a target in view of the capacity of the present vacuum length pump etc. For example, since area increases from a 8 inch wafer 2.24 times to shift to a 12 inch wafer, the amount of process gas will also be needed 2.24 times, and vacuum length will become difficult. Since a difference is moreover in the exhaust air nature of reactant gas on the outskirts of a center and the outskirts of a processed object, process performances, such as processing

speed, become less uniform between a center and the circumference.

[0005] For prevent the fall of plasma density in this case and making the state of the maceration of gas etc. the same as the former although extending an electrode spacing and raising exhaust air conductance is also considered, it is necessary to make the same the residence time (residence time) of the gas in plasma space here, so that vacuum length can be performed easily, and in order to make a quantity of gas flow for that increase further, vacuum length will become difficult further. this invention is originated paying attention to the above troubles that this should be solved effectively. The purpose of this invention is by dividing area and supplying reactant gas in time sharing in the field of a processed object, to offer the plasma treatment method and plasma treatment equipment which can maintain high vacuum length efficiency and can secure the homogeneity within a field of plasma treatment.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The result which this invention person studied wholeheartedly about the supply method of the reactant gas in plasma treatment equipment, About the inert gas for plasma generating, always supply towards the whole surface of a processed object, and maintenance of high plasma density is aimed at. Even if it lessens gas supply volume of the whole in unit time by supplying the partial area of a processed object in time sharing about reactant gas, it results in this invention by acquiring the knowledge that the high homogeneity within a field of plasma treatment is maintainable.

[0007] In the plasma treatment equipment which supplies the inert gas and the reactant gas for plasma generating to the processing space in a processing container from the blow-of-gas side of the shower head section, and performs plasma treatment to a processed object in order to solve the above-mentioned trouble the reactant blow of gas divided into two or more groups in order to spout reactant gas in the blow-of-gas side of the aforementioned shower head section -- with a hole The hole is formed. the inert gas jet arranged all over the abbreviation for the aforementioned blow-of-gas side in order to supply inert gas -- the aforementioned reactant blow of gas -- the reactant gas supply system which the supply interruption of gas can control in independent is connected to each group of a hole, and it constitutes so that the gas supply control section which controls supply and a halt to scan each aforementioned group by time sharing may be connected to the reactant gas supply system for every aforementioned group

[0008] according to this -- under processing -- setting -- all inert gas jet of the shower head section -- from a hole, inert gas always supplies continuously -- having -- density with high plasma -- and it is made as [distribute / uniformly / over processing space] on the other hand, the thing for which a gas supply control section controls a reactant gas supply system -- reactant gas -- the reactant blow of gas for every group -- it will be supplied in [hole] time sharing Therefore, even if the area of a processed object becomes large, it is not necessary to increase the gas supply volume of the whole in unit time so much, and it becomes possible to secure the homogeneity within a field of plasma treatment moreover, maintaining the degree of high vacuum suitable for plasma treatment. the above-mentioned reactant blow of gas -- a hole is controlled in time sharing, continues all over a blow-of-gas side, and makes the supply interruption of gas to arrange in the shape of a concentric circle for every group, or to arrange in the shape of a straight line for every group, and scan Moreover, by connecting a RF generator and an adjustment machine with wiring of less than 50 ohms, also to the fall of the impedance accompanying diameter[of macrostomia]-izing of wafer size, impedance matching can be planned corresponding to this and suppression of a power loss is attained.

[0009]

[Embodiments of the Invention] Below, one example of the plasma treatment method concerning this invention and plasma treatment equipment is explained in full detail based on an accompanying drawing. The block diagram showing the plasma treatment equipment which drawing 1 requires for this invention, the plan in which drawing 2 shows the blow-of-gas side of the shower head section, and drawing 3 are the expanded sectional views showing the situation when cutting the head slot of the shower head section of plasma treatment equipment so that it may stand in a row.

[0010] this example explains plasma treatment equipment taking the case of the case where it applies to a plasma etching system. This plasma etching system 2 has the processing container 4 processed in the shape of [which a wall front face becomes from the aluminum by which alumite processing was carried

out] a cylindrical shape, and this processing container 4 is grounded.

[0011] The susceptor 8 of the shape of an approximate circle pillar for laying the processed object W, for example, a semiconductor wafer, is formed in the pars basilaris ossis occipitalis of the processing room formed in this processing container 4 through the electric insulating plates 6, such as a ceramic. This susceptor 8 is constituted by the aluminum by which alumite processing was carried out, for example, and the diameter is set as about 250mm, when processing the wafer W of 8 inch size, and when processing the wafer W of 12 inch size, it is set as about 410mm. The refrigerant room 10 is established in the interior of the aforementioned susceptor 8, and the refrigerant for temperature controls, such as for example, liquid fluorocarbon, can introduce into this refrigerant room 10 through the refrigerant introduction pipe 12. It is possible to cool to the temperature which the introduced refrigerant circulates through the inside of this refrigerant room 10, and heat transfer of the cold energy of this refrigerant is carried out from the refrigerant room 10 to the aforementioned wafer W through the aforementioned susceptor 8, and asks for the processing side of this wafer W. The refrigerant which performed the heat exchange is discharged from the refrigerant exhaust pipe 14 processing outdoor.

[0012] And the gas passageway 18 for supplying a heating medium, for example, helium gas etc., to the rear face of the wafer W which is a processed object is formed in the interior of the aforementioned electric insulating plate 6 and a susceptor 8 through the below-mentioned electrostatic chuck 16, and this wafer W is maintained by predetermined temperature. The aforementioned susceptor 8 is fabricated in the shape of [convex in the upper surface center section] a disk, and the electrostatic chuck 16 of Wafer W and ***** is formed on it. This electrostatic chuck 16 has the composition by which the conductive layer (not shown) was pinched with the macromolecule polyimide film of two sheets, and adsorption maintenance of the wafer W laid in the upper surface of this electrostatic chuck 16 is carried out by the Coulomb force by impressing 1.5kV direct current voltage, for example to this conductive layer in the position from the direct-current high voltage power supply 20 arranged to the exterior of the processing container 4. If the structure which pinched the conductive layer by the two-layer alumina ceramic is used instead of a macromolecule polyimide film here, the life by the poor proof pressure of the electrostatic chuck 16 can be prolonged.

[0013] The annular focal ring 22 is arranged so that the aforementioned susceptor 8 may surround the wafer W laid on the electrostatic chuck 16 to the upper-limit periphery. Since this focal ring 22 consists of the quality of the material of the insulator which intercepts electric field and reactant ion is not accelerated on the focal ring 22, it is constituted so that incidence of the reactant ion generated by plasma may be effectively carried out to the wafer W of the inside.

[0014] Moreover, the electric supply rod 24 which maintains an insulating state downward and is penetrated is connected to this susceptor 8, RF generator 28 which outputs a 13.56MHz RF through the adjustment machine 26 containing the decoupling capacitor is connected to this electric supply rod 24 by wiring 29, and the auto-bias for drawing ion in a wafer side is impressed to a susceptor 8. Here, although the impedance in the susceptor 8 to a RF is about several ohms, it is made to correspond to this and the characteristic impedance between RF generator 28 and the adjustment machine 26 is set as about 50 ohms when Wafer W is 8 inch size, when wafer size is 12 inch size, the area of a susceptor 8 is large several times, and, as for this impedance, only the part decreases sharply from a bird clapper. Here, since the power loss by the resistance component of the reactor in the adjustment machine 26 etc. will become large if a characteristic impedance is set as 50 ohms like the wafer of 8 inch size, the characteristic impedance of RF generator 28 and the adjustment machine 26 was set to the low about value, for example, 20-30 ohms, rather than 50 ohms here, and the power loss in a reactor has been suppressed.

[0015] Support fixation of the shower head section 30 of the shape of a disk by which it is characterized [of this invention] in the up position of the processing container 4 which countered above the aforementioned susceptor 8 in parallel with this susceptor 8, and was made to estrange about 20-40mm more is carried out through the insulating material 32 at the ceiling section. This shower head section 30 will be used also [electrode / up]. the blow-of-gas side 34 this shower head section 30 of whose is an opposite side with the aforementioned susceptor 8 -- many reactant blows of gas -- a hole 36 and inert gas jet -- it is constituted by the conductive quality of the material 42 which has a hole 38, for example,

supports the electrode board 40 which consists of SiC or amorphous carbon, and this electrode board 40, for example, the head main part with which a front face consists of aluminum by which alumite processing was carried out

[0016] it is shown in drawing 2 -- as -- this example -- inert gas jet -- a hole 38 and a reactant blow of gas -- a hole 36 is formed in the shape of a concentric circle, respectively -- having -- **** -- radial [of the disk-like shower head section 30] -- inert gas jet -- a hole 38 and a reactant blow of gas -- the hole 36 is arranged by turns in addition, drawing 2 -- setting -- inert gas jet -- a hole 38 -- a black dot -- being shown -- a reactant blow of gas -- with a circle [white] shows the hole 36 especially -- this example -- a reactant blow of gas -- a hole 36 is divided into the shape of a concentric circle in the shape of a concentric circle in two or more groups and the example of illustration at four groups -- having -- **** - - between [this] concentric circles -- the above-mentioned inert gas jet -- the hole 38 is arranged in the shape of a concentric circle here -- for convenience -- a reactant blow of gas -- the group of a hole 36 is set to one group 36A, two groups 36B, three groups 36C, and four groups 36D from the inside

[0017] the reactant blow of gas of each group -- Holes 36A-36D are opened for free passage by the reactant gas head slots 44A-44D (refer to drawing 3) of each hollow formed by carrying out an independent partition in the head main part 42 at the shape of a concentric circle through the path 46, respectively The reactant gas supply systems 48A-48D are individually opened for free passage by each head slots 44A-44D, and it is placed between them by the time-sharing opening-and-closing valves 50A-50D and the mass-flow controllers 52A-52D which consist of a high-speed bulb, respectively at this gas supply system. And after these gas supply systems 48A-48D are connected with one, they are connected to the source 58 of a raw gas which stores reactant gas, for example, C₄F₈ gas, through the duct 56 which usually interposed the opening-and-closing valve 54. The above-mentioned mass-flow controllers 52A-52D and the time-sharing-control valves 50A-50D are controlled by the gas supply control section 60 which consists of a microcomputer etc. to mention later, for example, the opening and closing, i.e., supply interruption, achieve individual independence especially of the time-sharing opening-and-closing valves 50A-50D in time sharing, and they are controlled.

[0018] moreover, each inert gas jet arranged in the shape of a concentric circle -- the hole 38 is opened for free passage through the path 64 by the inert gas head slot 62 similarly formed in the shape of a concentric circle in the head main part 42 four, respectively The four above-mentioned inert gas head slots 62 are connected to one inert gas supply system 66 in common. This gas supply system 66 branches to two through the opening-and-closing valve 68 and the mass-flow controller 70 on the way. The source 76 of Ar gas which usually stores through the opening-and-closing valve 74, the inert gas, for example, Ar gas, for plasma generating, is connected to one branch-pipe 72A. to branch-pipe 72B of another side Usually, the source 80 of N₂ gas which stores the inert gas for a purge, for example, N₂ gas, through the opening-and-closing valve 78 is connected. The above-mentioned opening-and-closing valve 68 and the mass-flow controller 70 are also controlled by the gas supply control section 60.

[0019] In addition, although the inert gas head slot 62 was formed in the shape of [four] a concentric circle, what is necessary is to continue all over the abbreviation for a blow-of-gas side, and just to be able to spout inert gas therefore, and you may make it form as an inert gas head slot 62 of the one shape of a thin hollow disk, as these slots are summarized to one and it is shown in drawing 4 , or may carry out establishing this slot in a radial from the center of the head section etc. here.

[0020] Moreover, it is possible to cool to the temperature which the refrigerant which the refrigerant room 82 is established in the interior of the head main part 42, could introduce into this refrigerant room 82 through the refrigerant introduction pipe which the refrigerant for temperature controls, such as for example, liquid fluorocarbon, does not illustrate, and was introduced circulates through the inside of this refrigerant room 82, and heat transfer is carried out from the refrigerant room 82 to the aforementioned electrode board 40 in this cold energy, and asks for this electrode board 40. The refrigerant which performed the heat exchange is discharged from the refrigerant exhaust pipe which is not illustrated processing outdoor. The temperature which adjusts the electrode board 40 is an elevated temperature in consideration of generating of particle without radical deposition on the front face of the electrode board 40, and in order to turn a radical flow to the aforementioned wafer W, it is set as an elevated temperature

rather than the front face of Wafer W. Such the head section 30 of structure can form this in plurality easily by carrying out division blocking.

[0021] Moreover, the electric supply rod 84 is connected to this head main part 42, and RF generator 88 for plasma generating which outputs a 13.56MHz RF through the adjustment machine 86 containing the decoupling capacitor is connected to this electric supply rod 84 by wiring 90. Also in this case, like the case of RF generator 28 connected to said susceptor 8, although the characteristic impedance between RF generator 88 and the adjustment machine 86 is set up by about 50 ohms in the case of a 8 inch size wafer. From in the case of 12 inch size, area being large and the impedance by the side of an up electrode (head section) load decreasing by the bird clapper. It is made to correspond to this, the above-mentioned characteristic impedance is also low set as about 20-30 ohms, and it is made for the conversion ratio of an impedance not to change. Thus, when the impedance by the side of the RF acceptance 8, for example, a susceptor, falls with diameter [of macrostomia] -izing of wafer size, the impedance of wiring 90 is made into less than 50 ohms, for example, 20-30 ohms, in connection with this, impedance matching is planned a susceptor side, and it enables this to suppress a power loss.

[0022] The exhaust pipe 92 is connected to the side attachment wall of the aforementioned processing container 4, and this exhaust pipe 92 leads to vacuum handle stages, such as a turbo molecular pump which is not illustrated, and it is constituted so that vacuum length can be carried out to a predetermined reduced pressure atmosphere. Moreover, the load lock chamber 96 is established in the side attachment wall of the processing container 4 through the gate valve 94 made airtightly possible by opening and closing, and the wafer W which is a processed object is constituted by conveyance means, such as a conveyance arm which was prepared in this load lock chamber 96 and which is not illustrated, so that it may be conveyed between the aforementioned processing container 4 and this load lock chamber 96.

[0023] Next, operation of this example constituted as mentioned above is explained. Here, if the case where the silicon oxide on the wafer which has a silicon substrate is etched using this plasma etching processor 2 is explained, after a gate valve 94 is opened wide, by the conveyance means, the wafer W which is a processed object first will be carried in into the processing container 4 from a load lock chamber 96, and will be laid on the electrostatic chuck 16. And adsorption maintenance of the aforementioned wafer W is carried out by impression of the direct-current high voltage power supply 20 on this electrostatic chuck 16. Then, after a conveyance means retreats into a load lock chamber, vacuum length of the inside of the processing container 4 is carried out by the exhaust air means. On the other hand, C₄F₈ gas is supplied from the source 58 of a raw gas, the flow rate being adjusted [the time-sharing opening-and-closing valves 50A-50D are opened and closed in time sharing, and] by the mass-flow controllers 52A-52D while the opening-and-closing valve 54 is usually opened wide. Moreover, the opening-and-closing valves 68 and 74 are opened wide, and Ar gas is supplied from the source 76 of Ar gas, the flow rate being adjusted by the mass-flow controller 70.

[0024] the inert gas jet which Ar gas for plasma generating resulted in the shower head section 30 through the inert gas supply system 66, and flowed into each inert gas head concentric circle-like slot 62 further, and continued all over the blow-of-gas side 34 through the path 64, and was prepared -- it is continuously introduced in the processing space formed between the head section 30 and a susceptor 8 from a hole 38 on the other hand, the reactant gas head slots 44A-44D where C₄F₈ gas which is reactant gas for etching corresponds through each reactant gas supply system 48A-48D -- flowing in -- and the path 46 -- passing -- the reactant blow of gas for every group -- it is introduced in time sharing in processing space from Holes 36A-36D. And maintaining the pressure in processing space in predetermined pressure of about 1Pa, the RF power for plasma generating is impressed to the shower head section 30 from RF generator 88, and another side and the RF power for auto-biases are impressed to a susceptor from RF generator 28. Plasma will be located on processing space by this, reactant gas will be activated, and plasma etching processing will be performed to SiO₂ on the front face of a wafer. A susceptor 8 and the shower head section 30 are cooled by predetermined temperature with the refrigerant which flows each.

[0025] Ar gas here for plasma generating -- under processing -- setting -- all always and inert-gas jet -- to being made as [stand / stably / plasma / it is introduced between processing rooms from a hole 38,

continue throughout processing space, and], the time-sharing opening-and-closing valves 48A-48D prepared for every group carry out an opening-and-closing drive in time sharing by control from the gas supply control section 60, and reactant gas is supplied to processing space by an electrical signal or pneumatic pressure therefore, the case where the wafer of 8 inch size is processed when processing the wafer of for example, 12 inch size for the residence time (residence time) of the gas per unit area in processing space, since there is little capacity of the whole supplied at unit time and it ends and abbreviation -- it can be made the same time As a result, the homogeneity within a field of plasma treatment is not only highly maintainable, but processing speed does not fall.

[0026] The supply pattern of reactant gas is explained concretely here. Drawing 5 is drawing showing the 1st pattern of supply of reactant gas, drawing 5 (A) shows the timing chart of the opening-and-closing valve of Ar gas of the 1st pattern, and a time-sharing opening-and-closing valve, and drawing 5 (B) shows the jet sequence of the reactant gas at that time. As shown in drawing 5 (A), when processing begins, the opening-and-closing valve 68 of Ar gas will be in an open state continuously, and supplies Ar gas continuously from the whole blow-of-gas side surface. On the other hand, switching operation is repeated by time sharing so that the time-sharing opening-and-closing valves 50A-50D may be opened the time T predetermined in the pitch for 3 seconds, for example, 1 second. therefore, reactant gas is shown in drawing 5 (B) -- as -- the reactant blow of gas of one group -- a hole -- the reactant blow of gas of 36A->2 group -- a hole -- the reactant blow of gas of 36B->3 group -- a hole -- the reactant blow of gas of 36C->4 group -- a hole -- it will be repeatedly scanned toward the method of the outside of radial so that it may become the order of 36D, and it will be supplied by time sharing In addition, since the number in drawing 5 (B) shows the supply sequence of reactant gas and inert gas is always supplied from the whole surface, it has not indicated here. Also in drawing explained henceforth, it is the same. Moreover, the ***** interval and flow rate by which a time-sharing opening-and-closing valve is opened for every group are set up so that it may optimize about the homogeneity of an etch rate, a selection ratio, a configuration, and processing etc.

[0027] The 2nd supply pattern shown in drawing 6 shows operation contrary to the case where it explains to drawing 5, and is controlling it to move supply one by one towards the inside [outside / radial]. the 3rd supply pattern shown in drawing 7 jumps over a concentric circle-like group alternately -- as -- random -- supplying -- **** -- for example, the reactant blow of gas of one group -- a hole -- the reactant blow of gas of A->363 group -- a hole -- the reactant blow of gas of C->362 group -- a hole -- the reactant blow of gas of B->364 group -- in sequence, such as hole 36D, it scans repeatedly and supplies The 4th supply pattern shown in drawing 8 is performed so that the sequence of going to the method of the outside of the direction of a center of the head section 30, and the sequence of going to the method of the inside of the direction of a center may be scanned simultaneously. concrete -- the reactant blow of gas of one group and four groups -- the reactant blow of gas of hole 36A, D->362 group, and three groups -- the reactant blow of gas of hole 36B, C->363 group, and two groups -- the reactant blow of gas of hole 36C, B->364 group, and one group -- it scans repeatedly in order of Holes 36D and 36A, and supplies in this case, the reactant blow of gas of two groups of always -- gas will be supplied from a hole in addition -- the above-mentioned example -- a reactant blow of gas -- although the hole was explained taking the case of the case where it divides into four groups, it does not pass over this for an example to only have been shown, but it is divided into the group of numbers other than four, and you may make it control supply interruption by time sharing

[0028] moreover -- the above-mentioned example -- each blow of gas -- it is not limited to this, but as long as it is the structure which can supply reactant gas in time sharing, what array may be used, for example, you may make it arrange in the shape of a straight line, although the hole was explained taking the case of the case where it arranges in the shape of a concentric circle drawing 9 -- a blow of gas -- the plan of the blow-of-gas side of the shower head section at the time of arranging a hole in the shape of a straight line -- being shown -- **** -- here -- inert gas jet -- a hole 38 -- a black dot -- being shown -- a reactant blow of gas -- with a circle [white] shows the hole 36 each blow of gas -- holes 36 and 38 are arranged in the shape of a straight line in the vertical-among drawing direction -- having -- **** -- a longitudinal direction -- a reactant blow of gas -- a hole 36 and inert gas jet -- it is arranged so that a hole

38 may be located by turns here -- each reactant blow of gas -- the hole 36 is divided into eight groups of 36A-36H for every group arranged along the vertical-among drawing direction, and is opened for free passage by the reactant gas supply systems 48A-48H which interposed independently controllable time-sharing opening-and-closing valves 50A-50H and mass-flow controllers 52A-52H, respectively. Therefore, reactant gas can be supplied by time sharing for every group by carrying out time-sharing opening-and-closing control of the time-sharing opening-and-closing valves 50A-50H in arbitrary sequence. In addition, of course, the inert gas for plasma generating is always emitted to homogeneity from the whole surface of a blow-of-gas side also in this case.

[0029] Drawing 10 shows an example of the supply pattern performed using the shower head section shown in drawing 9. the reactant blow of gas from which gas is blowing off when shown in drawing 10 (A) -- the case where the straight line 98 by the array of a hole 36 scans so that the parallel displacement may be horizontally carried out towards the direction of a center of the head section is shown, and the case where drawing 10 (B) scans so that the parallel displacement of the above-mentioned straight line 98 may be horizontally carried out towards both directions on either side from the center side of the head section is shown. Furthermore, as it is not limited to a supply pattern which was described above, for example, is shown in drawing 11, a straight line 98 sets up so that it may pass along the center of the head section 30. As you may scan so that this may be rotated, the blow-of-gas side 34 may be divided into two or more groups containing many exhaust nozzles, for example, four groups, as shown in drawing 12, and shown in drawing 13. The blow-of-gas side 34 is classified in the shape of [much] a grid, and you may make it divide the grid of these large number into two or more groups alternately. And you may make it control the supply interruption of reactant gas for every group. In addition, in drawing 12 and drawing 13, signs 1-4 show the sequence of making reactant gas blowing off. the jet which gas spouts in a certain time in drawing 11, drawing 12, and drawing 13 -- the number of holes is made equal.

[0030] In addition, although C4F8 were used as etching gas in the above-mentioned example CHF, not only this but other CF system gas 4, for example, CH₃, CH₂F₂, CH₃F, C₂F₆, C₂H₂F₂, C₃F₈, and C₄F₈ It can also be used. Moreover, it is possible as gas for plasma generating to use helium, Xe, and Kr gas other than Ar gas.

[0031] Moreover, in this example, although explained taking the case of parallel monotonous type plasma treatment equipment, it is not limited to the thing of this form, but can apply also to equipments, such as an ICP (Inductively Coupled Plasma) method, a RIE (Reactive Ion Etching) method, and an efficient consumer response (Electron Cyclotron Resonance) method. Moreover, it is not limited to an etching system but the plasma treatment equipment constituted based on this invention can be applied to a CVD system, an ashing device, a sputtering system, etc. Moreover, a processed object is applicable not only to a semiconductor wafer but the processing which makes for example, a LCD substrate a processing object.

[0032]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the plasma treatment method of this invention, and plasma treatment equipment, the operation effect which was excellent as follows can be demonstrated. Since the inert gas for plasma generating is always supplied during plasma treatment, the density of plasma is made to equalize so that it may not be unevenly distributed, reactant gas gas is supplied by time sharing simultaneously with this and the whole blow-of-gas side surface was scanned by the predetermined pattern, gas supply volume of the whole in per unit time can be lessened. Therefore, maintaining sufficient degree of high vacuum for plasma treatment, even if the area of a processed object becomes large, the residence time (residence time) of the gas per unit area in processing space can fully be secured, and the homogeneity within a field of plasma treatment and processing speed can be maintained highly.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the plasma treatment equipment concerning this invention.

[Drawing 2] It is the plan showing the blow-of-gas side of the shower head section.

[Drawing 3] It is the expanded sectional view showing the situation when cutting the head slot of the shower head section of plasma treatment equipment so that it may stand in a row.

[Drawing 4] It is the cross section showing the modification of the shower head section.

[Drawing 5] It is drawing showing the 1st supply pattern of supply of reactant gas.

[Drawing 6] It is drawing showing the 2nd supply pattern of supply of reactant gas.

[Drawing 7] It is drawing showing the 3rd supply pattern of supply of reactant gas.

[Drawing 8] It is drawing showing the 4th supply pattern of supply of reactant gas.

[Drawing 9] It is the plan showing other modifications of the shower head section.

[Drawing 10] It is drawing showing the supply pattern of the reactant gas by the shower head section shown in drawing 9.

[Drawing 11] It is drawing showing other supply patterns of reactant gas.

[Drawing 12] It is drawing showing the supply pattern of further others of reactant gas.

[Drawing 13] It is drawing showing reactant gas and also other supply patterns.

[Description of Notations]

2 Plasma Etching System (Plasma Treatment Equipment)

4 Processing Container

8 Susceptor

30 Shower Head Section

34 Blow-of-Gas Side

36, 36A-36H Reactant blow-of-gas Ko

38 Inactive Blow-of-Gas Ko

40 Electrode Board

42 Head Main Part

44A-44D Reactant gas head slot

48A-48H Reactant gas supply system

50A-50H Time-sharing opening-and-closing valve

58 Source of Raw Gas

60 Gas Supply Control Section

62 Inert Gas Head Slot

66 Inert Gas Supply System

W Semiconductor wafer (processed object)

[Translation done.]

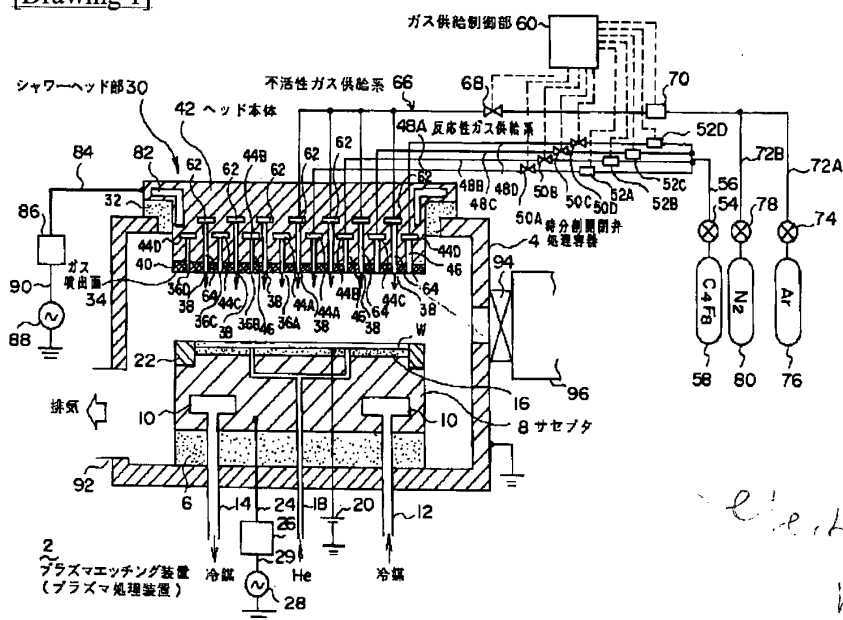
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

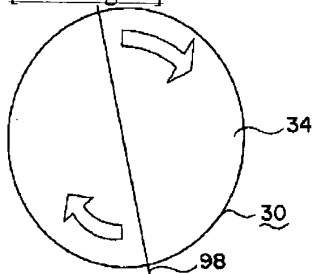
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

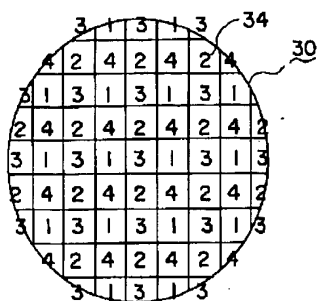
[Drawing 1]



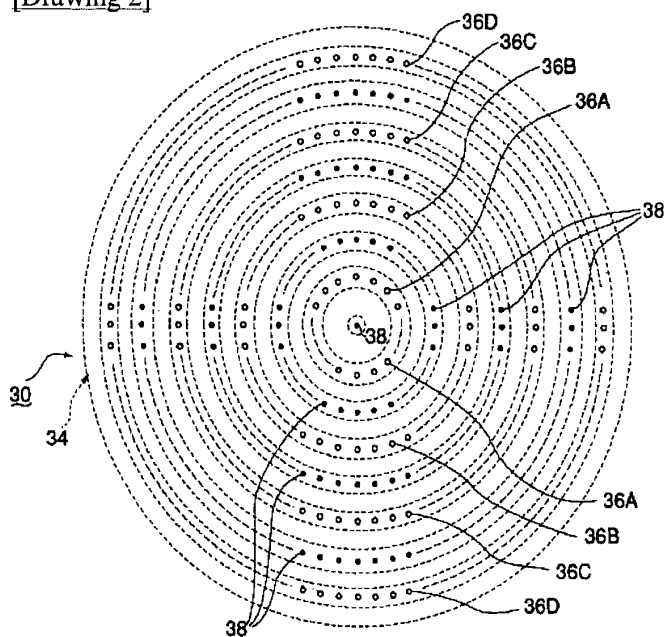
[Drawing 11]



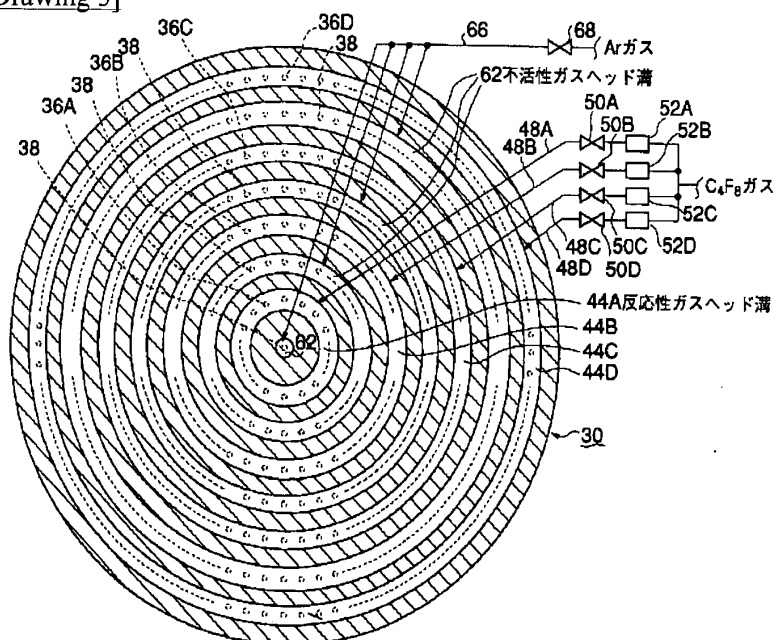
[Drawing 13]



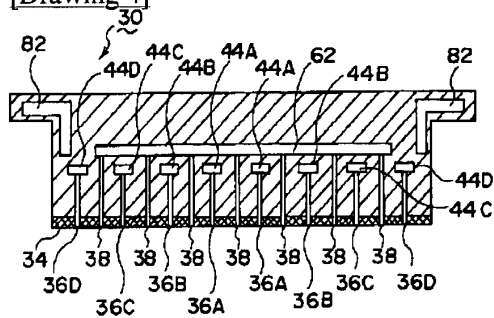
[Drawing 2]



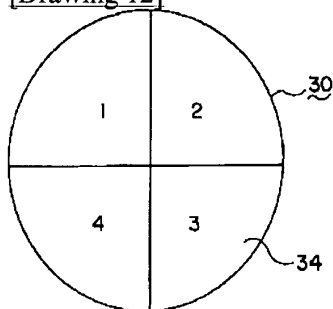
[Drawing 3]



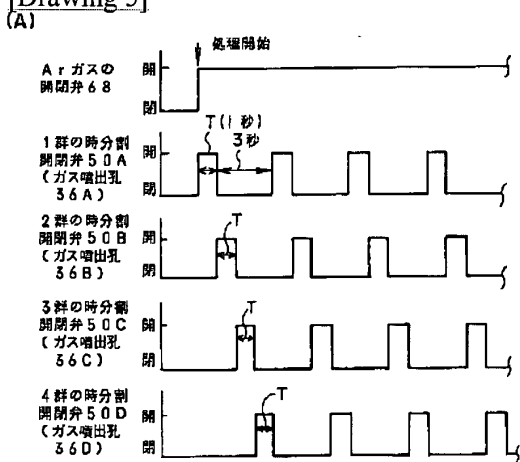
[Drawing 4]



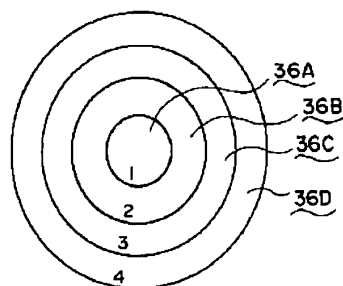
[Drawing 12]



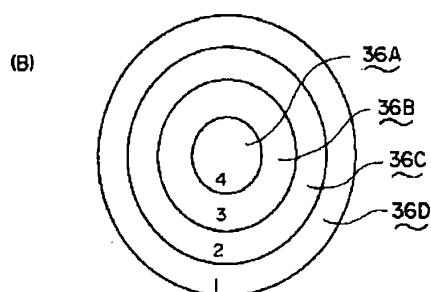
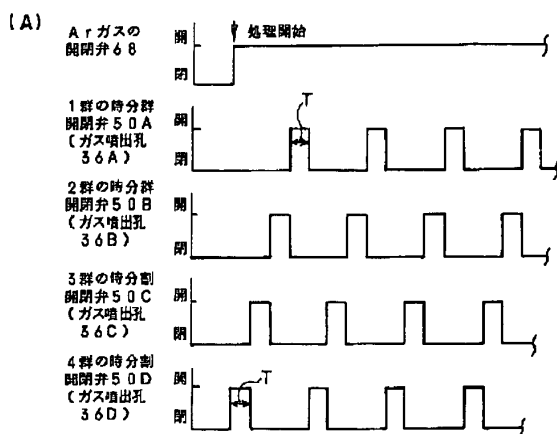
[Drawing 5]



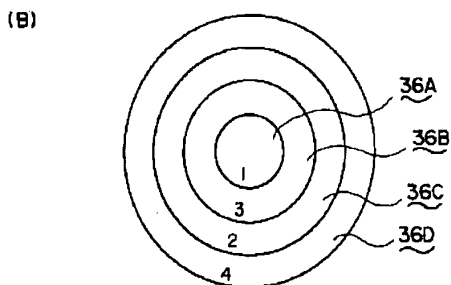
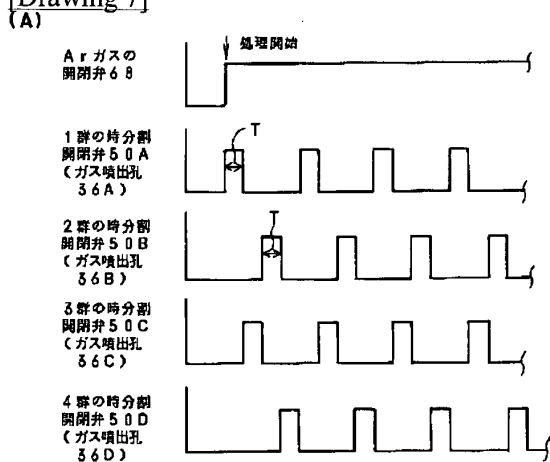
(B)



[Drawing 6]

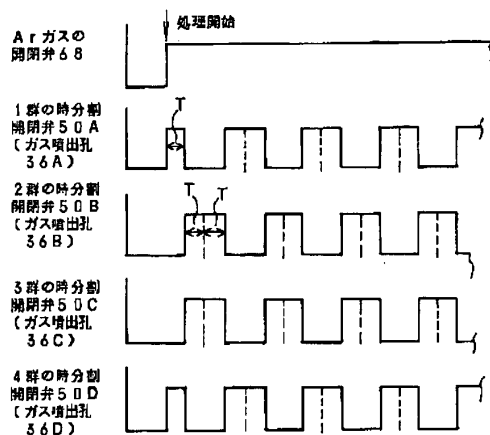


[Drawing 7]

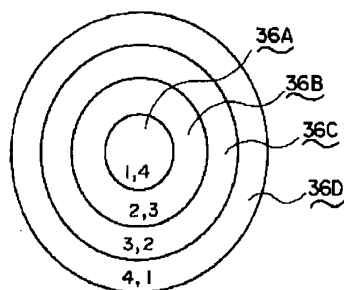


[Drawing 8]

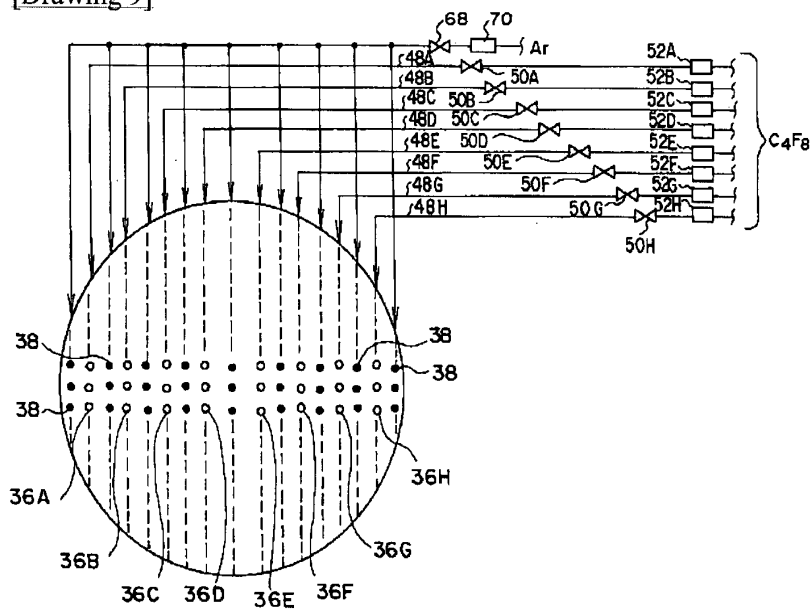
(A)



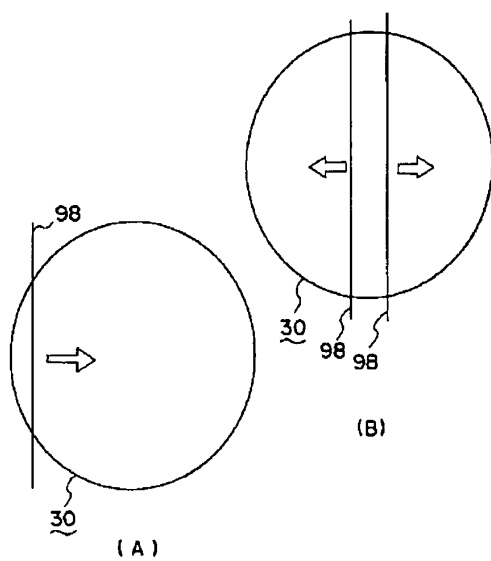
(B)



[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-291366

(43) 公開日 平成9年(1997)11月11日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C 16/50			C 2 3 C 16/50	
14/34			14/34	M
16/44			16/44	D
C 2 3 F 4/00			C 2 3 F 4/00	A
H 0 1 L 21/205			H 0 1 L 21/205	

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-130767

(22) 出願日 平成8年(1996)4月26日

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 友安 昌幸

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1
東京エレクトロン山梨株式会社内

(72) 発明者 檜森 慎司

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1
東京エレクトロン山梨株式会社内

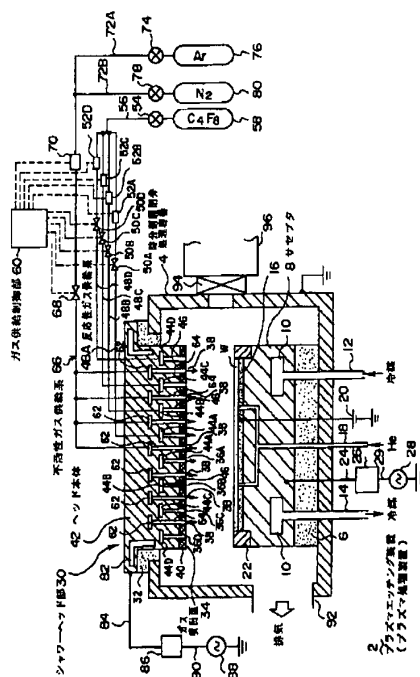
(74) 代理人 弁理士 浅井 章弘

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 被処理体の面内にエリアを分けて時分割的に反応性ガスを供給することにより、高い真空引き効率を維持してプラズマ処理の面内均一性を確保する。

【解決手段】 処理容器4内の処理空間にシャワーヘッド部30のガス噴出面34よりプラズマ発生用の不活性ガスと反応性ガスを供給して被処理体Wに対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、シャワーヘッド部のガス噴出面には、反応性ガスを噴出するために複数の群に分けられた反応性ガス噴出孔36A~36Dと、不活性ガスを供給するためにガス噴出面の略全面に亘って配置された不活性ガス噴出孔38とが形成されており、反応性ガス噴出孔の各群にはガスの供給停止が独立的に制御可能な反応性ガス供給系48A~48Dが接続されており、群毎の反応性ガス供給系には時分割で各群を走査するように供給・停止を制御するガス供給制御部60が接続されるように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理容器内の処理空間にシャワーヘッド部のガス噴出面よりプラズマ発生用の不活性ガスと反応性ガスを供給して被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、前記シャワーヘッド部のガス噴出面には、反応性ガスを噴出するために複数の群に分けられた反応性ガス噴出孔と、不活性ガスを供給するために前記ガス噴出面の略全面に亘って配置された不活性ガス噴出孔とが形成されており、前記反応性ガス噴出孔の各群にはガスの供給停止が独立的に制御可能な反応性ガス供給系が接続されており、前記群毎の反応性ガス供給系には時分割で前記各群を走査するように供給・停止を制御するガス供給制御部が接続されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 前記反応性ガスの噴出孔は、前記ガス噴出面に群毎に同心円状に配列されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 前記反応性ガス噴出孔は、前記ガス噴出面に群毎に直線状に配列されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 前記不活性ガス噴出孔は、前記同心円状の反応性ガス噴出孔の群間に同心円状に配列されていることを特徴とする請求項2記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】 処理容器内の処理空間にシャワーヘッド部のガス噴出面よりプラズマ発生用の不活性ガスと反応性ガスを供給して被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、前記不活性ガスは前記シャワーヘッド部のガス噴出面の略全面から連続的に供給し、前記反応性ガスは前記ガス噴出面から時分割的に噴出位置を変化させながら前記ガス噴出面の全面を走査するように供給したことをプラズマ処理方法。

【請求項6】 前記ガス噴出面の全面の走査は、同心円状にその内側から外側へ或いは外側より内側へ行なわれていることを特徴とする請求項5記載のプラズマ処理方法。

【請求項7】 前記ガス噴出面の全面の走査は、同心円状にランダムに行なわれることを特徴とする請求項5記載のプラズマ処理方法。

【請求項8】 前記ガス噴出面の全面の走査は、ガスが噴出しているガス噴出孔の配列による直線が平行移動するかのように行なわれることを特徴とする請求項5記載のプラズマ処理方法。

【請求項9】 前記ガス噴出面の全面の走査は、ガスが噴出しているガス噴出孔の数がどの時刻においても同数であることを特徴とする請求項5記載のプラズマ処理方法。

【請求項10】 整合器を介して高周波電源を印加して、被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、前記高周波電源と前記整合器を特性インピーダンスが50オーム未満の配線で接続することを特

徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高周波放電により発生せしめたプラズマによる処理方法及びプラズマ処理装置に関し、主として半導体基板或いはLCD基板をプラズマによりエッチングまたはデポジション処理するためのプラズマ処理方法及びその装置に係わり、特に大口径の半導体基板或いは大面積のLCD基板を均一性良く、高速な処理を行なうものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、例えば半導体素子の製造プロセスにおいて、処理容器内にプラズマを発生させて、このプラズマ雰囲気中で、被処理体、例えば半導体ウエハに対してエッチング処理を初めとした各種のプラズマ処理が行なわれているが、近年は被処理体の面積当たりの加工コストを低減するために、例えば6インチウエハから8インチ或いは12インチウエハへ移行するなど被処理体の大口径化、大面積化が進んでいる。

【0003】かかる要求に応えるため、大型の被処理体に合わせた処理容器が計画されている。プラズマの発生方式としては、平行平板方式、誘導結合方式などが用いられる可能性がある。ECR方式、ヘリコン方式は被処理体に併せてプラズマ源を大きくすると複数のモードが発生しやすくなり、均一なプラズマを得にくくなる。また、磁石も非常に大きくなるという問題点がある。プラズマ源を大きくすることなく拡散でプラズマを広げようとすると、磁場勾配により周辺部分で電子が加速されプラズマの特性が中央と周辺で異なるという現象が発生してしまう。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、被処理体を大型化した場合にも、例えば現状の200mm(8インチ)径ウエハでの処理速度、選択比、加工形状などの特性と、同じ特性を得ようとする、プロセスガスの流量はおよそ被処理体の面積の比率で多くしなければならない。プラズマ空間の高さ、例えば平行平板方式では上下電極間の間隔を従来と同じとすると、被処理体の面積が大きくなるのに伴い、プラズマ空間の縦横のアスペクト比は高くなり、ガス排気のコンダクタンスは小さくなる。従って、目標とする大流量のプロセスガスを流しつつプラズマ処理に適する高真空を得るのは、現状の真空引きポンプ等の能力に鑑みてかなり難しくなる。例えば8インチウエハから12インチウエハへ移行するには面積が2.24倍になるのでプロセスガス量も2.24倍必要となり、真空引きが困難になってしまう。そのうえ、被処理体の中央と周辺で反応性ガスの排気性に差があるため、処理速度などのプロセス性能が中央と周辺との間で均一でなくなる。

【0005】ここで、真空引きを容易に行なえるように

電極間隔を広げて排気コンダクタンスを上げることも考えられるが、この場合にはプラズマ密度の低下を防止してガスの解離の状態などを従来と同じにするにはプラズマ空間でのガスの滞留時間(レジデンスタイム)を同じにする必要があり、このためには更にガス流量を増加させる必要があるために一層真空引きが困難になってしまう。本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、被処理体の面内にエリアを分けて時分割的に反応性ガスを供給することにより高い真空引き効率を維持してプラズマ処理の面内均一性を確保することができるプラズマ処理方法及びプラズマ処理装置を提供することにある。

【0006】

【問題を解決するための手段】本発明者は、プラズマ処理装置における反応性ガスの供給方法について鋭意研究した結果、プラズマ発生用の不活性ガスについては被処理体の全面に向けて常時供給して高いプラズマ密度の維持を図り、反応性ガスについては被処理体の部分的エリアに時分割的に供給することにより単位時間における全体のガス供給量を少なくしても、プラズマ処理の高い面内均一性を維持することができる、という知見を得ることにより本発明に至ったものである。

【0007】上記問題点を解決するために、処理容器内の処理空間にシャワーヘッド部のガス噴出面よりプラズマ発生用の不活性ガスと反応性ガスを供給して被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、前記シャワーヘッド部のガス噴出面には、反応性ガスを噴出するために複数の群に分けられた反応性ガス噴出孔と、不活性ガスを供給するために前記ガス噴出面の略全面に亘って配置された不活性ガス噴出孔とが形成されており、前記反応性ガス噴出孔の各群にはガスの供給停止が独立的に制御可能な反応性ガス供給系が接続されており、前記群毎の反応性ガス供給系には時分割で前記各群を走査するように供給・停止を制御するガス供給制御部が接続されるように構成したものである。

【0008】これによれば、処理中においてシャワーヘッド部の全ての不活性ガス噴出孔からは常時不活性ガスが連続的に供給されてプラズマが高い密度で且つ処理空間に均一に分布するようになされる。これに対して、ガス供給制御部が反応性ガス供給系を制御することにより反応性ガスは群毎の反応性ガス噴出孔より時分割的に供給されることになる。従って、被処理体の面積が大きくなっても単位時間における全体のガス供給量はそれ程増加せず済み、プラズマ処理に適する高真空度を維持しつつ、しかもプラズマ処理の面内均一性を確保することが可能となる。上記反応性ガス噴出孔は、例えば群毎に同心円状に配列したり、或いは群毎に直線状に配列してガスの供給・停止を時分割的に制御してガス噴出面の全面に亘って走査させる。また、高周波電源と整合器と

を50オーム未満の配線で接続することにより、ウエハサイズの大口径化にともなうインピーダンスの低下に対しても、これに対応してインピーダンス整合を図ることができ、電力損失の抑制が可能となる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係るプラズマ処理方法及びプラズマ処理装置の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。図1は本発明に係るプラズマ処理装置を示す構成図、図2はシャワーヘッド部のガス噴出面を示す平面図、図3はプラズマ処理装置のシャワーヘッド部のヘッド溝を連なるように切断した時の状況を示す拡大断面図である。

【0010】本実施例では、プラズマ処理装置をプラズマエッチング装置に適用した場合を例にとって説明する。このプラズマエッチング装置2は、例えば内壁表面がアルマイト処理されたアルミニウムなどからなる円筒形状に加工された処理容器4を有しており、この処理容器4は接地されている。

【0011】この処理容器4内に形成される処理室の底部にはセラミック等の絶縁板6を介して、被処理体、例えば半導体ウエハWを載置するための略円柱状のサセプタ8が設けられている。このサセプタ8は、例えばアルマイト処理されたアルミニウム等により構成されており、その直径は、8インチサイズのウエハWを処理する場合には例えば250mm程度に設定され、12インチサイズのウエハWを処理する場合には、例えば410mm程度に設定されている。前記サセプタ8の内部には、冷媒室10が設けられており、この冷媒室10には例えば液体フロロカーボンなどの温度調整用の冷媒が冷媒導入管12を介して導入可能であり、導入された冷媒はこの冷媒室10内を循環し、この冷媒の冷熱は冷媒室10から前記サセプタ8を介して前記ウエハWに対して伝熱され、このウエハWの処理面を所望する温度まで冷却することが可能である。熱交換を行なった冷媒は冷媒排出管14より処理室外へと排出されるようになっている。

【0012】そして前記絶縁板6、サセプタ8の内部には、後述の静電チャック16を通して被処理体であるウエハWの裏面に、伝熱媒体、例えばHeガスなどを供給するためのガス通路18が形成されており、このウエハWは所定の温度に維持されるようになっている。前記サセプタ8は、その上面中央部が凸状の円盤状に成形され、その上にウエハWと略同径の静電チャック16が設けられている。この静電チャック16は、2枚の高分子ポリイミドフィルムによって導電層(図示せず)が挟持された構成を有しており、この導電層に対して、処理容器4の外部に配置されている直流高圧電源20から、例えば1.5kVの直流電圧を印加することによって、この静電チャック16の上面に載置されたウエハWは、クーロン力によってその位置で吸着保持されるようになっている。ここで、高分子ポリイミドフィルムの代わりに

5

2層のアルミナセラミックにより導電層を挟持した構造を用いると静電チャック16の耐圧不良などによる寿命を延ばすことができる。

【0013】前記サセプタ8は、その上端周辺部には、静電チャック16上に載置されたウエハWを囲むように、環状のフォーカスリング22が配置されている。このフォーカスリング22は電界を遮断する絶縁体の材質からなりフォーカスリング22上では反応性イオンを加速しないので、プラズマによって発生した反応性イオンを、その内側のウエハWにだけ効果的に入射せしめるように構成されている。

【0014】また、このサセプタ8には下方向に絶縁状態を維持して貫通する給電棒24が接続され、この給電棒24には、例えばデカップリングコンデンサを含んだ整合器26を介して例えば13.56MHzの高周波を出力する高周波電源28が配線29により接続されており、イオンをウエハ側へ引き込むための自己バイアスをサセプタ8に印加するようになっている。ここで、ウエハWが8インチサイズの場合には、高周波に対するサセプタ8におけるインピーダンスは数オーム程度であり、これに対応させて高周波電源28と整合器26との間の特性インピーダンスは50オーム程度に設定されるが、ウエハサイズが12インチサイズの場合にはサセプタ8の面積が数倍に大きくなることからこのインピーダンスはその分だけ大幅に減少する。ここで、8インチサイズのウエハと同様に特性インピーダンスを50オームに設定すると整合器26中のリアクトルの抵抗成分による電力損失等が大きくなるので、ここでは高周波電源28と整合器26との特性インピーダンスを50オームよりも低い値、例えば20〜30オーム程度に設定して、リアクトルにおける電力損失を抑制している。

【0015】前記サセプタ8の上方には、このサセプタ8と平行に対向してこれより20〜40mm程度離間させた処理容器4の上部位置に本発明の特徴とする円盤状のシャワーヘッド部30が絶縁材32を介して天井部に支持固定されている。このシャワーヘッド部30は、上部電極と兼用されることになる。このシャワーヘッド部30は、前記サセプタ8との対向面であるガス噴出面34に多数の反応性ガス噴出孔36や不活性ガス噴出孔38を有する、例えばSiCまたはアモルファスカーボンからなる電極板40と、この電極板40を支持する導電性材質、例えば表面がアルマイト処理されたアルミニウムからなるヘッド本体42とによって構成されている。

【0016】図2に示すように本実施例では不活性ガス噴出孔38と反応性ガス噴出孔36はそれぞれ同心円状に形成されており、円盤状のシャワーヘッド部30の半径方向へ不活性ガス噴出孔38と反応性ガス噴出孔36とを交互に配置している。尚、図2においては不活性ガス噴出孔38を黒丸で示し、反応性ガス噴出孔36を白丸で示している。特に、本実施例では反応性ガス噴出孔

6

36は、同心円状に複数の群、図示例では同心円状に4つの群に分けられており、この同心円相互間に上記不活性ガス噴出孔38を同心円状に配列している。ここでは便宜上、反応性ガス噴出孔36の群をその内側より、1群36A、2群36B、3群36C及び4群36Dとする。

【0017】各群の反応性ガス噴出孔36A〜36Dは、ヘッド本体42内に同心円状に独立区画して形成されたそれぞれの中空の反応性ガスヘッド溝44A〜44D(図3参照)に通路46を介してそれぞれ連通されている。各ヘッド溝44A〜44Dには、個別に反応性ガス供給系48A〜48Dが連通されており、このガス供給系には、それぞれ高速バルブよりなる時分割開閉弁50A〜50D及びマスフローコントローラ52A〜52Dが介在されている。そして、このガス供給系48A〜48Dは、一つに連結された後、通常開閉弁54を介設した管路56を介して反応性ガス、例えばC₄F₈ガスを貯留する処理ガス源58に接続されている。上記マスフローコントローラ52A〜52D及び時分割制御弁50A〜50Dは、後述するように例えばマイクロコンピュータ等よりなるガス供給制御部60により制御され、特に時分割開閉弁50A〜50Dはその開閉、すなわち供給・停止が時分割的に個別独立して制御される。

【0018】また、同心円状に配列された各不活性ガス噴出孔38は、同じくヘッド本体42内に同心円状に4つに形成された不活性ガスヘッド溝62に通路64を介してそれぞれ連通されている。上記4つの不活性ガスヘッド溝62は、一つの不活性ガス供給系66へ共通に接続されており、このガス供給系66は途中で開閉弁68及びマスフローコントローラ70を介して二つに分岐され、一方の分岐管72Aには通常開閉弁74を介してプラズマ発生用の不活性ガス、例えばArガスを貯留するArガス源76が接続されており、他方の分岐管72Bには、通常開閉弁78を介してパージ用の不活性ガス、例えばN₂ガスを貯留するN₂ガス源80が接続されている。上記開閉弁68及びマスフローコントローラ70も、ガス供給制御部60により制御される。

【0019】尚、ここでは、不活性ガスヘッド溝62を同心円状に4個形成したが、ガス噴出面の略全面に亘って不活性ガスを噴出できればよいのであり、従って、これらの溝を一つにまとめて図4に示すように一つの薄い中空円盤状の不活性ガスヘッド溝62として形成するようにしてもよいし、或いは、この溝をヘッド部の中心から放射状に設けるなどしてもよい。

【0020】また、ヘッド本体42の内部には、冷媒室82が設けられており、この冷媒室82には例えば液体フロロカーボンなどの温度調整用の冷媒が図示しない冷媒導入管を介して導入可能であり、導入された冷媒はこの冷媒室82内を循環し、この冷熱を冷媒室82から前記電極板40に対して伝熱され、この電極板40を所望

する温度まで冷却することが可能である。熱交換を行なった冷媒は、図示しない冷媒排出管より処理室外へと排出されるようになっている。電極板40を調整する温度はパーティクルの発生を考慮した、電極板40の表面へのラジカルの堆積のない高温であり、またラジカルの流れを前記ウエハWに向けるために、ウエハWの表面よりは高温に設定する。このような構造のヘッド部30は、これを複数に分割ブロック化することにより容易に形成することができる。

【0021】また、このヘッド本体42には、給電棒84が接続され、この給電棒84には、例えばデカップリングコンデンサを含んだ整合器86を介して例えば13.56MHzの高周波を出力するプラズマ発生用の高周波電源88が配線90により接続されている。この場合にも、前記したサセプタ8に接続される高周波電源28の場合と同様に、8インチサイズウエハの場合には、高周波電源88と整合器86との間の特性インピーダンスは50オーム程度に設定されるが、12インチサイズの場合には、面積が大きくなることによって上部電極（ヘッド部）負荷側のインピーダンスが減少することから、これに対応させて上記特性インピーダンスも、例えば20〜30オーム程度に低く設定し、インピーダンスの変換比率が変化しないようにする。このように、ウエハサイズの大口径化にともなって高周波受け入れ側、例えばサセプタ8側のインピーダンスが低下した時には、これにともなって配線90のインピーダンスを50オーム未満、例えば20〜30オームにしてサセプタ側とインピーダンス整合を図り、これにより電力損失を抑制することが可能となる。

【0022】前記処理容器4の側壁には排気管92が接続されており、この排気管92は図示しないターボ分子ポンプなどの真空引き手段に通じており、所定の減圧雰囲気まで真空引きできるように構成されている。また、処理容器4の側壁には気密に開閉可能になされたゲートバルブ94を介してロードロック室96が設けられており、このロードロック室96内に設けられた図示しない搬送アームなどの搬送手段によって、被処理体であるウエハWは、前記処理容器4とこのロードロック室96との間で搬送されるように構成されている。

【0023】次に、以上のように構成された本実施例の動作について説明する。ここでは、このプラズマエッチング処理装置2を用いて、シリコン基板を有するウエハ上のシリコン酸化膜のエッチングを実施する場合について説明すると、まず被処理体であるウエハWは、ゲートバルブ94が開放された後、搬送手段によってロードロック室96から処理容器4内へと搬入され、静電チャック16上に載置される。そして、直流高圧電源20の印加によって前記ウエハWは、この静電チャック16上に吸着保持される。その後、搬送手段がロードロック室内へ後退した後、処理容器4内は排気手段によって真空引

きされていく。他方、通常開閉弁54が開放されると共に時分割開閉弁50A〜50Dが時分割的に開閉されて、マスフローコントローラ52A〜52Dによってその流量が調整されつつ、処理ガス源58からC₄F₈ガスが供給される。また、開閉弁68、74が開放されて、マスフローコントローラ70によってその流量が調整されつつArガス源76からArガスが供給される。

【0024】プラズマ発生用のArガスは、不活性ガス供給系66を介してシャワーヘッド部30に至り、更に、同心円状の各不活性ガスヘッド溝62に流れ込み、そして、通路64を通してガス噴出面34の全面に亘って設けた不活性ガス噴出孔38より、ヘッド部30とサセプタ8との間に形成される処理空間内に連続的に導入される。他方、エッチング用の反応性ガスであるC₄F₈ガスはそれぞれの反応性ガス供給系48A〜48Dを介して対応する反応性ガスヘッド溝44A〜44Dに流れ込み、そして、通路46を通して群毎の反応性ガス噴出孔36A〜36Dより処理空間内に時分割的に導入される。そして、処理空間内の圧力を、例えば1Pa程度の所定の圧力に維持しつつ、プラズマ発生用の高周波電力を高周波電源88よりシャワーヘッド部30に印加し、他方、自己バイアス用の高周波電力を高周波電源28からサセプタに印加する。これにより処理空間にはプラズマが立ち、反応性ガスが活性化されてウエハ表面の例えばSiO₂にプラズマエッチング処理が施されることになる。サセプタ8やシャワーヘッド部30はそれぞれを流れる冷媒により所定の温度に冷却されている。

【0025】ここで、プラズマ発生用のArガスは処理空間において常時、全ての不活性ガス噴出孔38から処理空間内に導入されて、処理空間全域に亘ってプラズマが安定的に立つようになされているのに対して、反応性ガスは群毎に設けた時分割開閉弁48A〜48Dがガス供給制御部60からの制御により電気信号或いは空気圧により時分割的に開閉駆動し、処理空間に供給される。従って、単位時間に供給される全体のガス量が少なくて済むので処理空間における単位面積当たりのガスの滞留時間（レジデンスタイム）を、例えば12インチサイズのウエハを処理する場合にも、8インチサイズのウエハを処理する場合と略同じ時間にすることができる。結果的に、プラズマ処理の面内均一性を高く維持することができるのみならず、処理速度も低下することはない。

【0026】ここで反応性ガスの供給パターンについて具体的に説明する。図5は反応性ガスの供給の第1のパターンを示す図であり、図5(A)は第1のパターンのArガスの開閉弁と時分割開閉弁のタイミングチャートを示し、図5(B)はその時の反応性ガスの噴出順序を示している。図5(A)に示すようにArガスの開閉弁68は、処理が開始した時は、連続的に開状態となってガス噴出面全面よりArガスを連続的に供給している。これに対して、時分割開閉弁50A〜50Dは3秒のピ

ッチで所定の時間T、例えば1秒だけ開くように時分割で開閉操作が繰り返されている。従って、反応性ガスは、図5(B)に示すように1群の反応性ガス噴出孔36A→2群の反応性ガス噴出孔36B→3群の反応性ガス噴出孔36C→4群の反応性ガス噴出孔36Dの順となるように半径方向外方に向かって繰り返し走査され、時分割で供給されることになる。尚、図5(B)中の数字は反応性ガスの供給順序を示し、不活性ガスは常に全面より供給されるので、ここでは記載していない。以降に説明する図においても同様である。また、各群毎に時分割開閉弁が開かれるている間隔や流量は、エッチング速度、選択比、形状、処理の均一性等について最適化するように設定されている。

【0027】図6に示す第2の供給パターンは、図5に説明した場合と逆の操作を示しており、半径方向外側より内側に向けて供給を順次移動するように制御している。図7に示す第3の供給パターンは、同心円状の群を一つ置きに飛び越えるようにランダムに供給しており、例えば1群の反応性ガス噴出孔36A→3群の反応性ガス噴出孔36C→2群の反応性ガス噴出孔36B→4群の反応性ガス噴出孔36Dというような順序で繰り返し走査し、供給している。図8に示す第4の供給パターンは、ヘッド部30の中心方向外方に向かう順序と中心方向内方に向かう順序を同時に走査するように実行している。具体的には、1群と4群の反応性ガス噴出孔36A、36D→2群と3群の反応性ガス噴出孔36B、36C→3群と2群の反応性ガス噴出孔36C、36B→4群と1群の反応性ガス噴出孔36D、36Aの順序で繰り返し走査し、供給している。この場合には、常時2つの群の反応性ガス噴出孔からガスが供給されることになる。尚、上記実施例では反応性ガス噴出孔は4つの群に分ける場合を例にとって説明したが、これは単に一例を示したに過ぎず、4つ以外の数の群に分割して時分割で供給・停止を制御するようにしてもよい。

【0028】また、上記実施例では各ガス噴出孔を同心円状に配列した場合を例にとって説明したが、これに限定されず、反応性ガスを時分割的に供給できる構造ならばどのような配列でもよく、例えば直線状に配列するようにしてもよい。図9はガス噴出孔を直線状に配列した場合のシャワーヘッド部のガス噴出面の平面図を示しており、ここでも不活性ガス噴出孔38を黒丸で示し、反応性ガス噴出孔36を白丸で示している。各ガス噴出孔36、38は、図中上下方向に直線状に配列されており、横方向へは反応性ガス噴出孔36と不活性ガス噴出孔38とが交互に位置するように配列されている。ここで、各反応性ガス噴出孔36は、図中上下方向に沿って配列される群毎に36A～36Hの8つの群に分けられており、それぞれ独立して制御可能な時分割開閉弁50A～50H及びマスフローコントローラ52A～52Hを介した反応性ガス供給系48A～48Hに連通され

ている。従って、時分割開閉弁50A～50Hを任意の順序で時分割開閉制御することにより、反応性ガスの供給を群毎に時分割で行なうことができる。尚、この場合にもプラズマ発生用の不活性ガスはガス噴出面の全面から常時均一に放出されるのは勿論である。

【0029】図10は図9に示すシャワーヘッド部を用いて行なわれる供給パターンの一例を示している。図10(A)に示す場合は、ガスが噴出している反応性ガス噴出孔36の配列による直線98が、ヘッド部の中心方向に向けて水平方向へ平行移動していくように走査する場合を示しており、図10(B)は上記直線98は、ヘッド部の中心側から左右の両方向に向けて水平方向へ平行移動していくように走査する場合を示している。更に、上記したような供給パターンに限定されず、例えば図11に示すように直線98が、ヘッド部30の中心を通るように設定して、これを回転移動させるように走査してもよいし、図12に示すようにガス噴出面34を多数の噴出口を含む複数の群、例えば4つの群に分けてもよいし、図13に示すように、ガス噴出面34を多数のマス目状に区分し、この多数のマス目を千鳥状に複数の群に分けるようにしてもよい。そして、各群毎に反応性ガスの供給・停止を制御するようにしてもよい。尚、図12及び図13において符号1～4は、反応性ガスを噴出させる順序を示している。図11、図12、図13においては、ある時刻においてガスの噴出する噴出孔の数は等しくする。

【0030】尚、上記実施例では、エッチングガスとして C_4F_8 を用いたが、これに限らず、他のCF系ガス、例えば CH_4 、 CHF_3 、 CH_2F_2 、 CH_3F 、 C_2F_6 、 $C_2H_2F_2$ 、 C_3F_8 、 C_4F_8 を使用することもでき、また、プラズマ発生用のガスとしてArガスの他に、He、Xe、Krガスを使用することが可能である。

【0031】また、本実施例では、平行平板型のプラズマ処理装置を例にとって説明したが、この型式のものに限定されず、ICP(Inductively Coupled Plasma)方式、RIE(Reactive Ion Etching)方式、ECR(Electron Cyclotron Resonance)方式等の装置にも適用し得る。また、本発明に基づいて構成されたプラズマ処理装置は、エッチング装置に限定されず、CVD装置、アッシング装置、スパッタ装置などにも適用することが可能である。また、被処理体は半導体ウエハに限らず、例えばLCD基板を処理対象とする処理にも適用できる。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のプラズマ処理方法及びプラズマ処理装置によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。プラズマ処理中において、プラズマ発生用の不活性ガスは常時供給して

プラズマの密度は偏在しないように均一化させ、これと同時に反応性ガスは時分割で供給してガス噴出面全面を所定のパターンで走査するようにしたので、単位時間当たりにおける全体のガス供給量を少なくすることができる。従って、被処理体の面積が大きくなってもプラズマ処理に十分な高真空度を維持しつつ、処理空間における単位面積当たりのガスの滞留時間（レジデンスタイム）を十分に確保することができ、プラズマ処理の面内均一性及び処理速度を高く維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るプラズマ処理装置を示す構成図である。

【図2】シャワーヘッド部のガス噴出面を示す平面図である。

【図3】プラズマ処理装置のシャワーヘッド部のヘッド溝を連なるように切断した時の状況を示す拡大断面図である。

【図4】シャワーヘッド部の変形例を示す断面図である。

【図5】反応性ガスの供給の第1の供給パターンを示す図である。

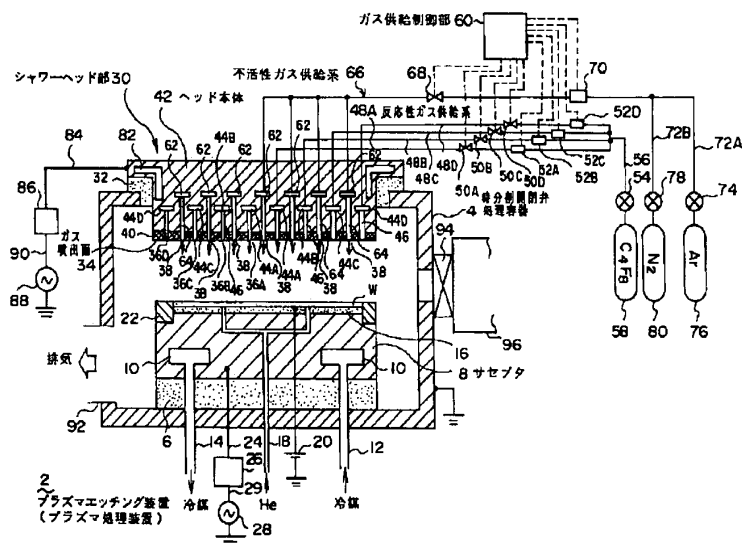
【図6】反応性ガスの供給の第2の供給パターンを示す図である。

【図7】反応性ガスの供給の第3の供給パターンを示す図である。

【図8】反応性ガスの供給の第4の供給パターンを示す図である。

【図9】シャワーヘッド部の他の変形例を示す平面図である。

【図1】



ある。

【図10】図9に示すシャワーヘッド部による反応性ガスの供給パターンを示す図である。

【図11】反応性ガスの他の供給パターンを示す図である。

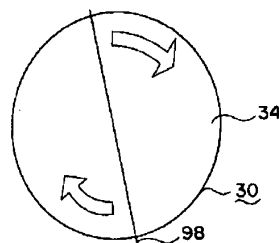
【図12】反応性ガスの更に他の供給パターンを示す図である。

【図13】反応性ガスのまた更に他の供給パターンを示す図である。

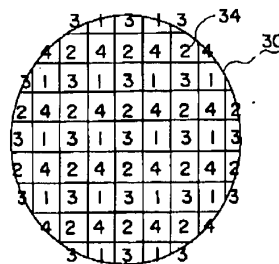
10 【符号の説明】

- 2 プラズマエッチング装置（プラズマ処理装置）
- 4 処理容器
- 8 サセプタ
- 30 シャワーヘッド部
- 34 ガス噴出面
- 36、36A～36H 反応性ガス噴出孔
- 38 不活性ガス噴出孔
- 40 電極板
- 42 ヘッド本体
- 44A～44D 反応性ガスヘッド溝
- 48A～48H 反応性ガス供給系
- 50A～50H 時分割開閉弁
- 58 処理ガス源
- 60 ガス供給制御部
- 62 不活性ガスヘッド溝
- 66 不活性ガス供給系
- W 半導体ウエハ（被処理体）

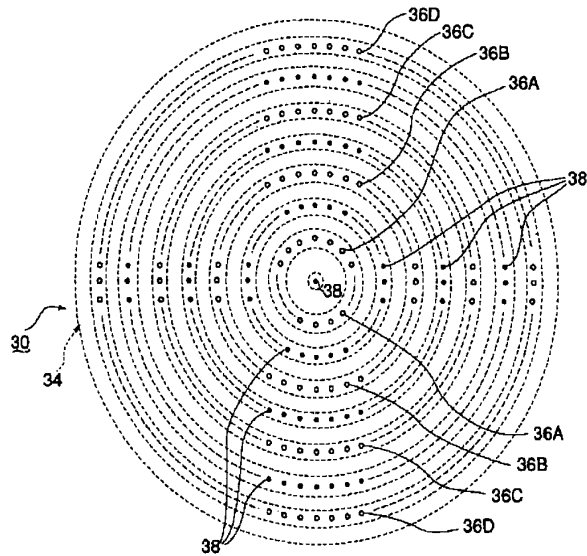
【図11】



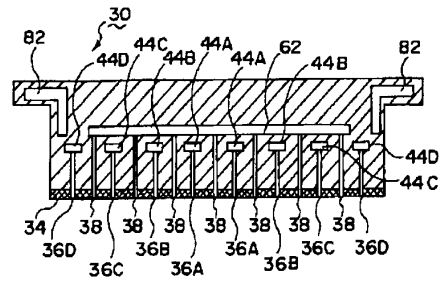
【図13】



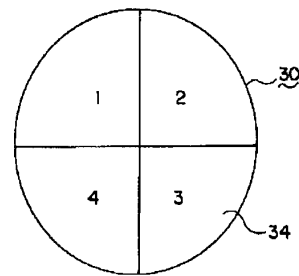
【図2】



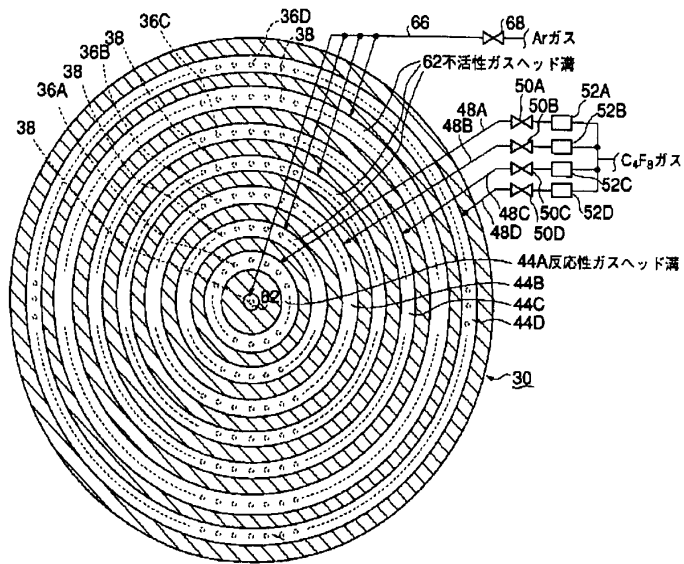
【図4】



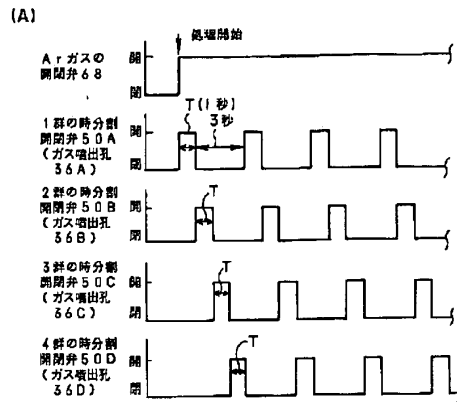
【図12】



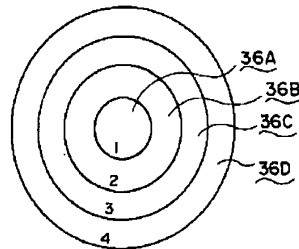
【図3】



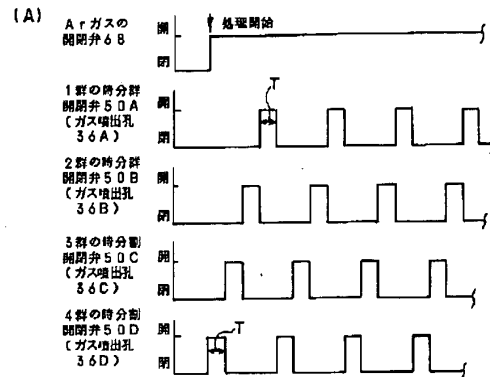
【図5】



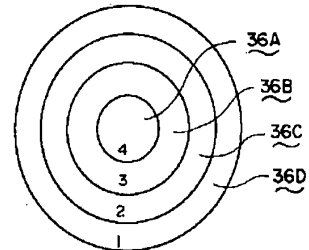
(B)



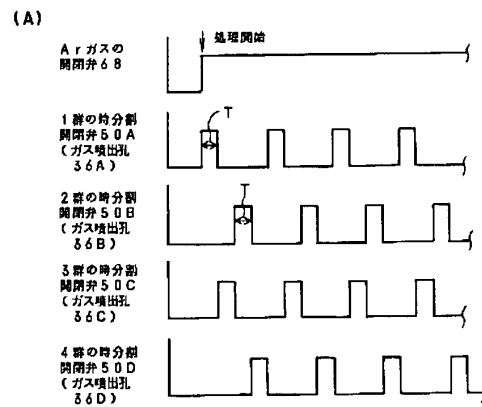
【図6】



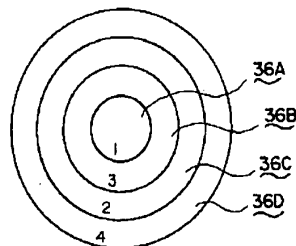
(B)



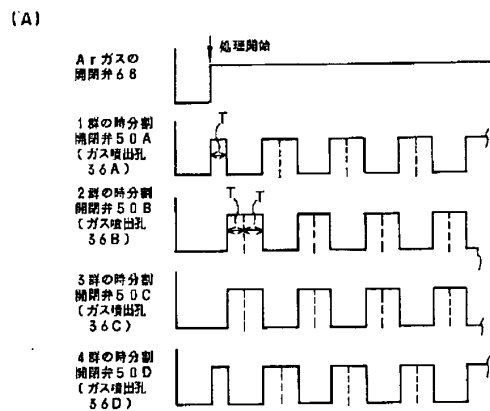
【図7】



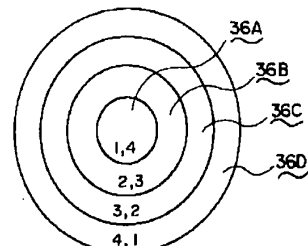
(B)



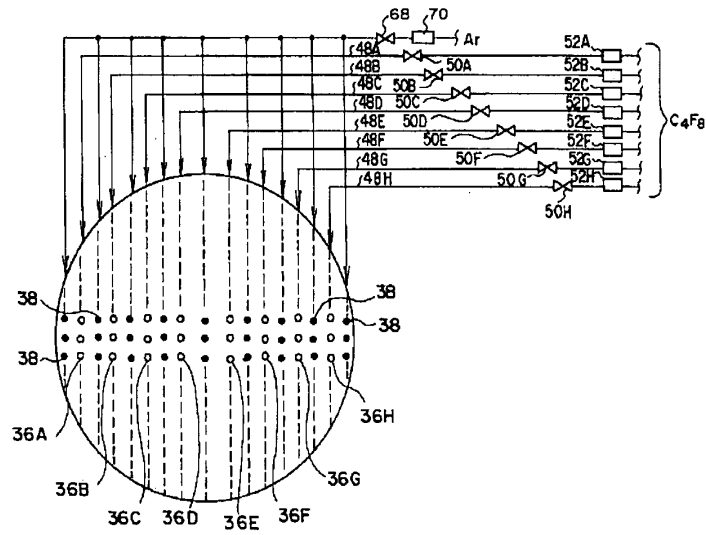
【図8】



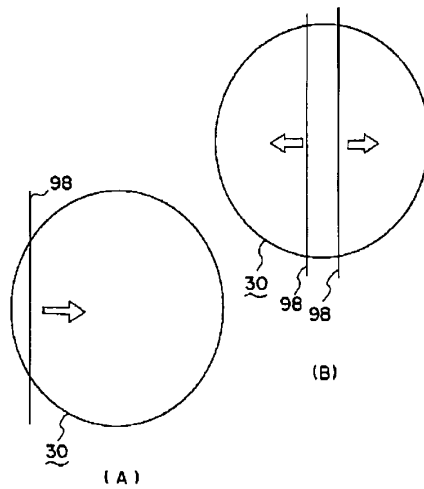
(B)



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

片内整理番号

FI

技術表示箇所

H 01 L 21/3065

H 01 L 21/203

S

// H 01 L 21/203

21/302

A